



19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 195 00 451 A 1

51 Int. Cl.⁶:
G 01 B 21/04
G 01 B 5/004
G 01 D 5/04

21 Aktenzeichen: 195 00 451.5
22 Anmeldetag: 10. 1. 95
43 Offenlegungstag: 20. 7. 95

DE 195 00 451 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

19.01.94 DE 44 01 408.2

71 Anmelder:

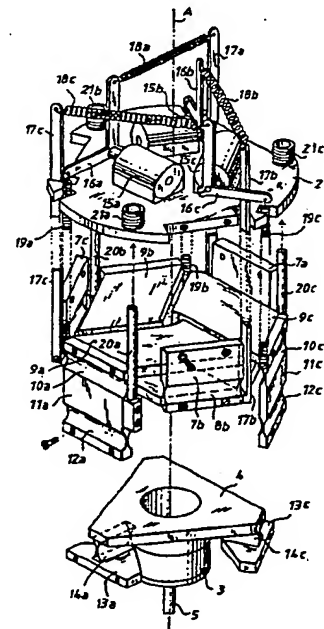
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

72 Erfinder:

Ertl, Friedrich, Dr., 76275 Ettlingen, DE

54 Tastkopf für Koordinatenmeßgeräte

57 Der Träger (3, 4) für den auslenkbaren Taststift (5) ist über drei gleichartige, funktionell in Serie angeordnete Verbindungselemente (7-14a, b, c) nachgiebig mit dem festen Teil (1, 2) des Tastkopfs verbunden. Die Verbindungselemente sind nach Art einer Kette aus mehreren funktionell in Reihe angeordneten Gelenken aufgebaut, wobei die Gelenkachsen so liegen, daß der Taststift (5) in Richtung der Mittelachse (A) des Tastkopfs verschiebbar und gegen diese Achse (A) in zwei Freiheitsgraden verschwenkbar ist.



DE 195 00 451 A 1

8

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 95 508 029/449

8/29

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Tastkopf für Koordinatenmeßgeräte mit einem in mehreren Freiheitsgraden auslenkbaren Taststiftträger, dessen Auslenkung durch Meßwertgeber erfassbar ist und der über drei funktionell in Serie, d. h. parallel angeordnete, nachgiebige Verbindungselemente am festen Teil des Tastkopfs angeordnet ist.

Ein solcher Tastkopf ist beispielsweise in der europäischen Patentschrift 0 102 744 beschrieben.

Die in Serie angeordneten Verbindungselemente bestehen bei dem bekannten Tastkopf aus einer Kette aus funktionell in Reihe, d. h. hintereinander angeordneten Gelenkgliedern und zwar aus einem ersten Gelenkglied, dessen Gelenk einen Freiheitsgrad der Bewegung zuläßt, sowie darauf folgend zwei parallelen Biegestäben, also Stäben, die an beiden Enden geschwächt sind. Diese parallel angeordneten Biegestäbe erlauben Translationen in zwei zueinander senkrechten Richtungen.

Aufgrund der Parallelschaltung der drei Verbindungselemente besitzt ein solcher Tastkopf relativ geringe bewegte Massen, wobei die zu bewegenden Massen für alle drei Achsrichtungen gleich sind.

Der bekannte Taster ist jedoch nicht sonderlich robust, da die Biegestäbe, wenn sie in allen Richtungen leicht nachgeben sollen, an den Biegestellen nur sehr geringe Querschnitte besitzen, über die dann der gesamte bewegliche Teil des Tastkopfs aufgehängt ist.

Aus dem gleichen Grunde läßt die Steifigkeit der Aufhängung des beweglichen Taststiftträgers zu wünschen übrig.

Ein weiterer Tastkopf des eingangs genannten Typs ist in der DE-OS 39 05 962 beschrieben. Dort bestehen die drei "parallel" geschalteten Verbindungselemente zwischen dem festen und dem beweglichen Teil des Tastkopfs jeweils aus drei aufeinandergesetzten Linearführungen, die auch als Doppelgelenkplatten ausgeführt sein können (Fig. 3 der DE 39 05 952). Der Taster benötigt dann jedoch sehr viele, nämlich 18 Gelenke. Außerdem ist es aufgrund des bezogen auf die Taststiftachse unsymmetrischen Aufbaus schwierig, die Meßsysteme zur Erfassung der Tasterauslenkung und die Stellantriebe für die Tarierung des beweglichen Taststiftträgers anzuordnen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen robusten und möglichst einfach aufgebauten messenden Tastkopf für Koordinatenmeßgeräte zu schaffen, dessen beweglichen Teile eine möglichst geringe bewegte Masse besitzen.

Diese Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Tastkopf können die funktionell in Reihe angeordneten Gelenke in den drei Verbindungsgliedern beispielsweise nach Art von Blattfedergelenken oder als Kugelführungen ausreichend stabil und mit ausreichend großem Querschnitt an den Verbindungsstellen ausgeführt werden, ohne ihre Leichtgängigkeit zu verlieren. Der Tastkopf besitzt deshalb eine hohe Steifigkeit. Die Gelenke sind außerdem so angeordnet, daß der Taststiftträger in Richtung der Mittelachse verschiebbar und in zwei Freiheitsgraden senkrecht zur Mittelachse verschwenkbar gelagert ist. Hierdurch ergibt sich ein sehr kompakter, einfacher und symmetrischer Aufbau. Aufgrund des bezogen auf die Tastermittelachse symmetrischen Aufbaus lassen sich die Stellantriebe für die Tarierung und die Meßsysteme zur Erfassung der Tasterauslenkung einfach und leicht

zugänglich am festen Teil des Tastkopfs anordnen, wodurch unnötige Kabelverbindungen zu den bewegten Teilen des Tastkopfs und hierdurch bedingte Hysteresen etc. vermieden sind.

Beispielsweise lassen sich die Meßwertgeber und die Einrichtungen zur Übertragung der Stellkräfte der Tarierantriebe parallel zur Mittelachse des Tastkopfs um diese herum anordnen.

Es ist zweckmäßig, wenn die Verbindungselemente, d. h. die drei den beweglichen Taststiftträger mit dem festen Teil des Tastkopfs verbindenden Gelenkketten, symmetrisch und in gleichen Winkelabständen um die Mittelachse des Tastkopfs angeordnet sind und vorzugsweise zu dieser Mittelachse im wesentlichen radial ausgerichtete Abschnitte besitzen, die sich im Innern des Tastkopfs überkreuzen. Dann lassen sich relativ große Auslenkbewegungen des Taststiftträgers bei kleinen Deformationen der Gelenke erzielen.

Außerdem sollte jedes Verbindungselement insgesamt vier verschiedene Bewegungen bzw. Freiheitsgrade der Bewegung in den verschiedenen Gelenken bzw. Führungen erlauben. Denn dadurch kann sichergestellt werden, daß bei beliebigen Bewegungen des Taststifts keine Zwangskräfte innerhalb der Verbindungsglieder entstehen.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Fig. 1—6 der beigefügten Zeichnungen.

Fig. 1 ist eine perspektivische Seitenansicht des Tastkopfs;

Fig. 2 zeigt den Tastkopf aus Fig. 1 bei abgenommenem Gehäuse in sogenannter Explosionsdarstellung, d. h. in teilweise demontiertem Zustand bei lagerichtiger Anordnung der Einzelteile;

Fig. 3 zeigt den Tastkopf aus Fig. 2 in montiertem Zustand im Schnitt in einer die Mittelachse (A) enthaltenden Ebene;

Fig. 4 und Fig. 5 sind Schnitte des Tastkopfs nach Fig. 2 bzw. 3 in senkrecht zur Mittelachse A verlaufenden Ebenen entsprechend den Schnittlinien IV-IV und V-V in Fig. 3;

Fig. 6 ist eine vereinfachte Prinzipskizze eines Tastkopfs nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Der in Fig. 1 dargestellte Tastkopf besitzt ein zylindrisches Gehäuse (1), in dem der bewegliche Träger (3) für den Taststift (5) mit der Tastkugel (6) wie anhand von Fig. 2—5 näher beschrieben gelagert ist.

Hierzu ist etwa in der Mitte des Gehäuses (1) eine ebenfalls zum feststehenden Gehäuse zählende Trägerplatte (2) eingesetzt. Die kreisförmige Trägerplatte (2) besitzt an ihrem Außenumfange in gleichen Winkelabständen symmetrisch um die Mittelachse (A) des Tastkopfs herum drei Einschnitte, deren ebene Flächen mit jeweils zwei Gewindebohrungen versehen sind. An diesen Stellen werden bzw. sind drei ansonsten gleichartig aufgebaute Verbindungselemente in Form von hintereinander angeordneten Gelenkgliedern angeschraubt, die den beweglichen Taststiftträger (3) bzw. dessen Halteplatte (4) mit dem feststehenden Teil (1/2) des Tastkopfs verbinden.

Jedes dieser drei Verbindungsteile hat folgenden Aufbau, der nachstehend anhand eines Verbindungselementes (7a—14a) erläutert wird und für die beiden anderen Verbindungselemente (7b—14b) und (7c—14c) identisch ist:

An das Teil (2) ist eine erste Platte (7c) mit einem ersten Gelenk (8c) angeschraubt, dessen Gelenkachse waage-

recht ausgerichtet ist. Das über das Gelenk (8c) drehend nachgiebige Teilstück der Platte (7c) ist seinerseits über ein z-förmiges Zwischenstück (9c) mit einer Platte (11c) auf der gegenüberliegenden Seite des Tastkopfs verbunden, die als Doppelgelenkplatte ausgeführt ist und daher zwei Gelenke (10c) und (12c) mit parallelen, ebenfalls waagrecht liegenden Achsen aufweist. Die Platten (7c) und (11c) selbst sind beide senkrecht ausgerichtet.

Das untere, auf die beiden Gelenke (10c) und (12c) folgende Teilstück der Platte (11c) ist im rechten Winkel an eine waagrecht liegende Zwischenplatte (13c) angeschraubt. Auf dieser Zwischenplatte (13) stützt sich über ein weiteres Gelenkstück (14c), dessen Gelenkachse waagrecht aber radial zur Mittelachse (A) ausgerichtet ist, die waagrecht liegende, dreieckförmige Trägerplatte (4) des Taststiftträgers (3) ab.

Während die Gelenkachsen der drei Gelenkstücke (14a, 14b — nicht sichtbar — und 14c) radial bezogen auf die Mittelachse (A) ausgerichtet und in gleichen Winkelabständen von 120° um diese herum angeordnet sind, liegen die Achsen der Gelenke (8a, b, c, 10a, b, c und 12a, b, c) der drei als monolithische Gelenkketten ausgeführten Verbindungselemente tangential zu einem Kreis um die Mittelachse (A) des Tastkopfes. Alle Gelenke (8, 10, 12 und 14) sind durch Materialverjüngungen der entsprechenden Platten entstanden bzw. realisiert, es ist jedoch auch möglich, statt dessen Blattfedergelenke zu verwenden.

Die z-förmigen Verbindungsteile (9a, 9b und 9c) zwischen den jeweils gegenüberliegenden Platten (7a/11a, 7b/11b und 7c/11c) überkreuzen einander im Innern des Tastkopfs. Auf diese Weise läßt sich ein relativ großer Abstand zwischen den Platten (7/11) erzielen und damit relativ große Bewegungshübe der Zwischenplatten (13c) in Richtung der Mittelachse (A) bei kleinen Deformationen der Gelenke (8 und 10). Das radiale Bauvolumen des Tasters zur Separation der zueinander parallelen Achsen der Gelenke (8 und 10) wird hierbei optimal genutzt.

Die Funktion der drei parallel angeordneten, als Gelenkketten ausgebildeten Verbindungselemente zur Lagerung des Taststiftträgers (3) läßt sich folgendermaßen erklären: Die Gelenke (8 und 10) bilden jeweils ein Doppelgelenk, über das die daran befestigte Platte (11) in Richtung der Mittelachse (A) beweglich gelagert ist. Werden die drei Platten (11a, 11b und 11c) alle gleichsinnig um den gleichen Betrag verschoben, so führt das zu einer reinen Linearbewegung des Taststifts (5) in Richtung der Mittelachse (A). Werden die drei Platten (11a, 11b und 11c) jedoch um unterschiedliche Beträge verschoben, dann kippt der Taststift (5) gegen die Achse (A), wobei Richtung und Ausmaß der Kippung von der Differenz der Bewegungen der Platten (11a, b, c) abhängt. Die beiden anderen Gelenke (12 und 14) hingegen stehen aufeinander senkrecht und erlauben somit das zwangsfreie Verkippen der Tragplatte (4) gegenüber den ansonsten torsionssteifen Platten (11).

Um den Taststiftträger (3) des Tastkopfes in der gezeichneten vertikalen Orientierung gewichtsmäßig zu entlasten und beidseitig auslenkbar in der Mitte des jeweiligen Bewegungsbereiches zu halten, sind die drei Platten (11a, 11b und 11c) über drei zur Mittelachse (A) parallele Federn (19a, 19b und 19c) an drei Winkelhebeln (16a, 16b und 16c) aufgehängt. Deren anderer Schenkel ist jeweils über eine waagrecht liegende Feder (18a, 18b und 18c) mit einem Hebel (17a, 17b und 17c) verbunden, der seitlich an dem zugehörigen, z-förmigen Verbindungsteil (9a, b, c) befestigt ist und unge-

fähr dessen Länge besitzt. Je ein Verbindungsteil (z. B. 9a) bildet also mit dem zugehörigen Hebel (17a) ebenfalls einen Winkelhebel, der sich um das zugehörige Gelenk (8a) drehen läßt und über die Federn (18a und 19a) beidseitig nachgiebig an den Winkelhebel (16a) gekoppelt ist.

Die waagrecht liegende, bewegliche Achse jedes Winkelhebels (16a, b, c) wird jeweils von der Welle eines Getriebemotors (15a, 15b bzw. 15c) gebildet. Diese auf der feststehenden Platte (2) montierten Getriebemotoren dienen als Stellantriebe für die Tarierung des Tastkopfs, d. h. die Mittellage der Tastkugel (6) läßt sich in allen drei Freiheitsgraden über die Antriebe einstellen und zwar symmetrisch in beiden Richtungen je Freiheitsgrad. Der Tastkopf ist deshalb auch für den Betrieb in z. B. waagerechter Einbaulage geeignet.

Die Meßbewegung, d. h. die Veränderung der Lage der Tastkugel aus ihrer Null-Position heraus wird durch drei parallel zur Mittelachse (A) angeordnete Tauchspulensysteme erfaßt. Dazu sind die ferromagnetischen Kerne (20a, 20b und 20c) der Tauchspulensysteme an den in Richtung der Mittelachse (A) verschieblichen Platten (11a, 11b und 11c) über entsprechende zylindrische Verlängerungsstücke an den seitlichen Stirnseiten der Platten befestigt. Diese Kerne greifen durch Bohrungen in der feststehenden Platte (2) des Tastkopfes hindurch, auf der die Spulenkörper (21a, 21b und 21c) montiert sind.

Im beschriebenen Ausführungsbeispiel sind die Verbindungselemente zwischen dem feststehenden Teil (1/2) des Tastkopfes und dem beweglichen Taststiftträger (3) monolithisch aus einzelnen Gelenkelementen aufgebaut. Natürlich ist es auch möglich, jede Gelenkkette, d. h. die Teile (10—14) insgesamt oder einige ihrer Teilstücke zu einem monolithischen Mehrfachgelenk zusammenzufassen.

Jede der drei parallelen Gelenkketten besteht im Ausführungsbeispiel aus vier hintereinander geschalteten Gelenken. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die Funktionen mehrerer Gelenke zusammenzufassen oder durch eine Linearführung zu ersetzen. Beispielsweise können die Gelenke (10 und 12) durch eine zylindrische Kugelführung ersetzt werden wie das in Fig. 6 skizziert ist.

In der stark vereinfachten Skizze nach Fig. 6 ist das feststehende Gehäusestück des Tastkopfs mit (102) bezeichnet. An diesem Gehäusestück (102) sind wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1—5 symmetrisch zur Mittelachse des Tastkopfs drei gleichartig aufgebaute Verbindungselemente angesetzt, von denen in der Darstellung nach Fig. 6 eines zu sehen ist. Dieses Verbindungselement besitzt ebenfalls Gelenke bzw. Führungen, die insgesamt vier Bewegungen zulassen: ein erstes Drehgelenk (108), an das sich ein waagrecht liegendes, radial ausgerichtetes, z-förmiges Verbindungsteil (109) anschließt, das dem Teil (z. B. 9a) in Fig. 2—5 entspricht. Am anderen Ende des Verbindungsteils (109) befindet sich ein weiteres Drehgelenk (110), das dem Gelenk (z. B. 10a) in Fig. 2—5 entspricht. An das Gelenk (109) ist radial nach innen auf die Mittelachse des Tastkopfes zu gerichtet die zylindrische Achse (111) einer Kugelführung angesetzt, deren Gehäuse (112) mit der Trägerplatte (104) des Taststifts (105) verbunden ist. Der Kugelführer der Führung ist mit (113) bezeichnet.

Die Kugelführung ersetzt funktionsmäßig die Gelenkpaare (12a/14a bzw. 12b/14b) und (12c/14c) im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1—5, indem sie gleichzeitig eine Drehbewegung um eine waagerechte, radial zur Mittelachse (A) ausgerichtete Achse und eine Verschie-

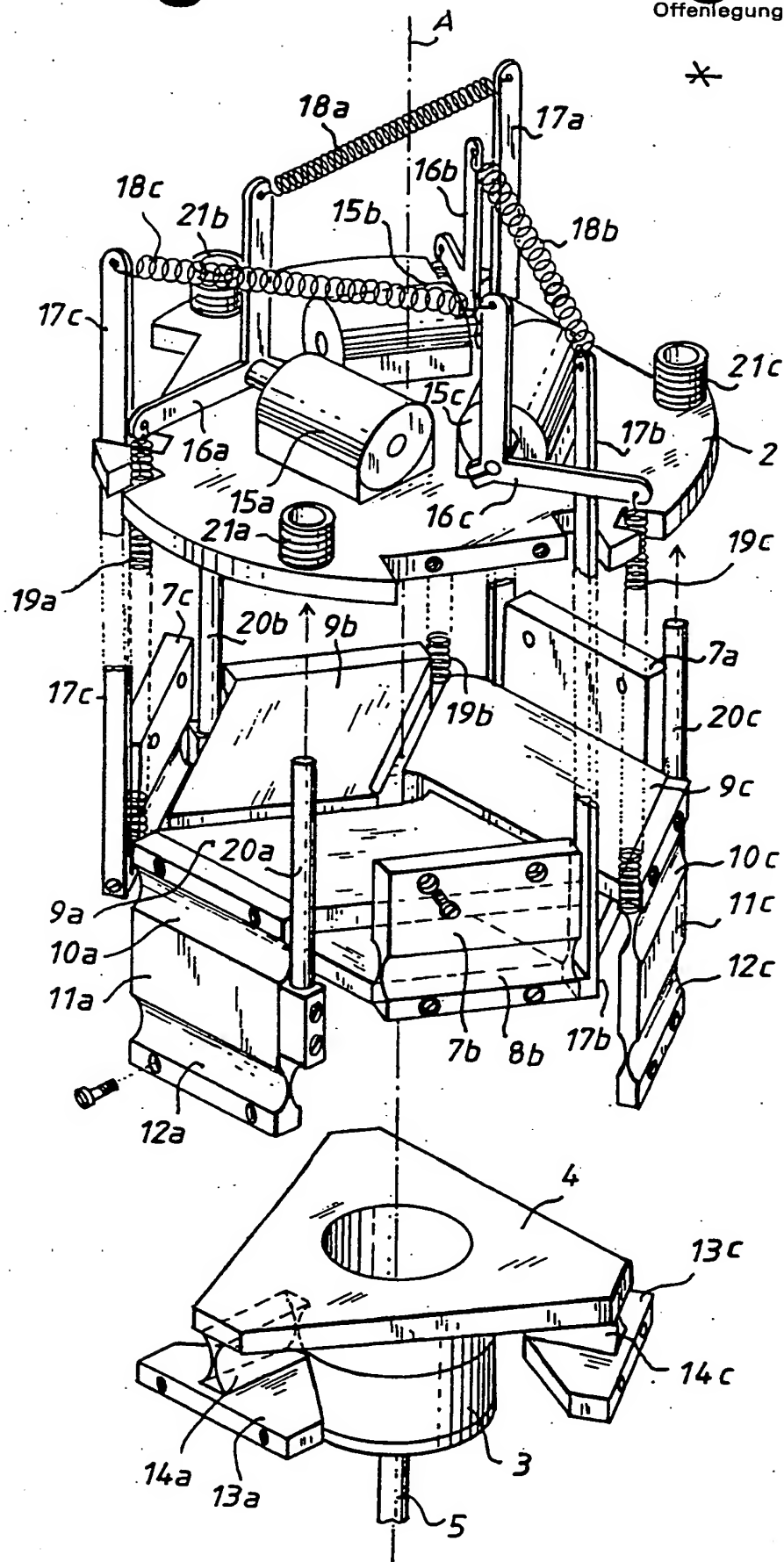
5
bung längs dieser Achse erlaubt, die sicherstellt, daß bei Bewegungen in den nur drei Drehgelenken keine Zwangskräfte auftreten.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

5

1. Tastkopf für Koordinatenmeßgeräte mit einem in mehreren Freiheitsgraden auslenkbaren Taststiftträger (3, 4), dessen Auslenkung durch Meßwertgeber (20/21a, b, c) erfaßbar ist und der über drei funktionell in Serie angeordnete, nachgiebige Verbindungselemente (7—14a, b, c; 108—113) am festen Teil (1/2; 102) des Tastkopfs angelenkt ist, wobei jedes der drei Verbindungselemente mehrere jeweils funktionell in Reihe angeordnete Gelenke bzw. Führungen (8/10/12/14; 108/110/111/112) aufweist, die mit ihren Achsen so angeordnet sind, daß der Taststiftträger (3/4; 104) in Richtung der Mittelachse (A) des Tastkopfs verschiebbar und in zwei Freiheitsgraden senkrecht zur Mittelachse verschwenkbar gelagert ist. 10
2. Tastkopf nach Anspruch 1, wobei die Verbindungselemente (7—14a, b, c; 108—113) symmetrisch und in gleichen Winkelabständen um die Mittelachse (A) angeordnet sind. 15
3. Tastkopf nach einem der Ansprüche 1—2, wobei die Verbindungselemente im wesentlichen radial ausgerichtete Abschnitte (9a, b, c; 109) besitzen, die sich im Innern des Tastkopfs überkreuzen. 20
4. Tastkopf nach einem der Ansprüche 1—3, wobei jedes der Verbindungselemente insgesamt vier Bewegungen in den verschiedenen Gelenken bzw. Führungen erlaubt. 25
5. Tastkopf nach einem der Ansprüche 1—4, wobei jedes der Verbindungselemente (7—14a, b, c; 108—113) mindestens ein Gelenk (8/10/12; 108/110) aufweist, dessen Gelenkachse jeweils im wesentlichen tangential zu einem um die Mittelachse (A) gezogenen Kreis angeordnet sind, sowie mindestens ein Gelenk (14; 111/112), dessen Gelenkachse im wesentlichen radial zur Mittelachse (A) angeordnet ist. 30
6. Tastkopf nach Anspruch 5, wobei jedes Verbindungselement zwei im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtete Gelenkachsen (8, 10) und zwei im wesentlichen senkrecht zueinander ausgerichtete Gelenkachsen (12, 14) aufweist. 35
7. Tastkopf nach Anspruch 5, wobei die Verbindungselemente (108—113) eine oder mehrere Linearführungen (Kugelführung 111—113) aufweisen. 40
8. Tastkopf nach einem der Ansprüche 1—7, wobei der Tastkopf (3) mehrere mit ihrer Meßrichtung im wesentlichen parallel zueinander angeordnete Meßwertgeber (20/21a, b, c) zur Erfassung der Auslenkung des Taststiftträgers (3/4) besitzt. 45
9. Tastkopf nach Anspruch 8, wobei die zueinander beweglichen Teile (20a, b, c) bzw. (21a, b, c) der Meßwertgeber am festen Teil (2) des Tastkopfs einerseits und an einem beweglichen Abschnitt (11a, b, c) jeweils eines Verbindungselementes (7—14a, b, c) andererseits befestigt sind. 50
10. Tastkopf nach einem der Ansprüche 1—9, wobei der Tastkopf (3) am festen Teil (1/2) angeordnete Stellantriebe (15a, b, c) zur Tarierung des Taststiftträgers (3/4) besitzt, die jeweils an ein bewegliches Teil (9a, b, c) der Verbindungselemente (7—14a, b, c) angelenkt sind und deren Stellkräfte (18a, b, c) und (19a, b, c) parallel zueinander wirken. 55



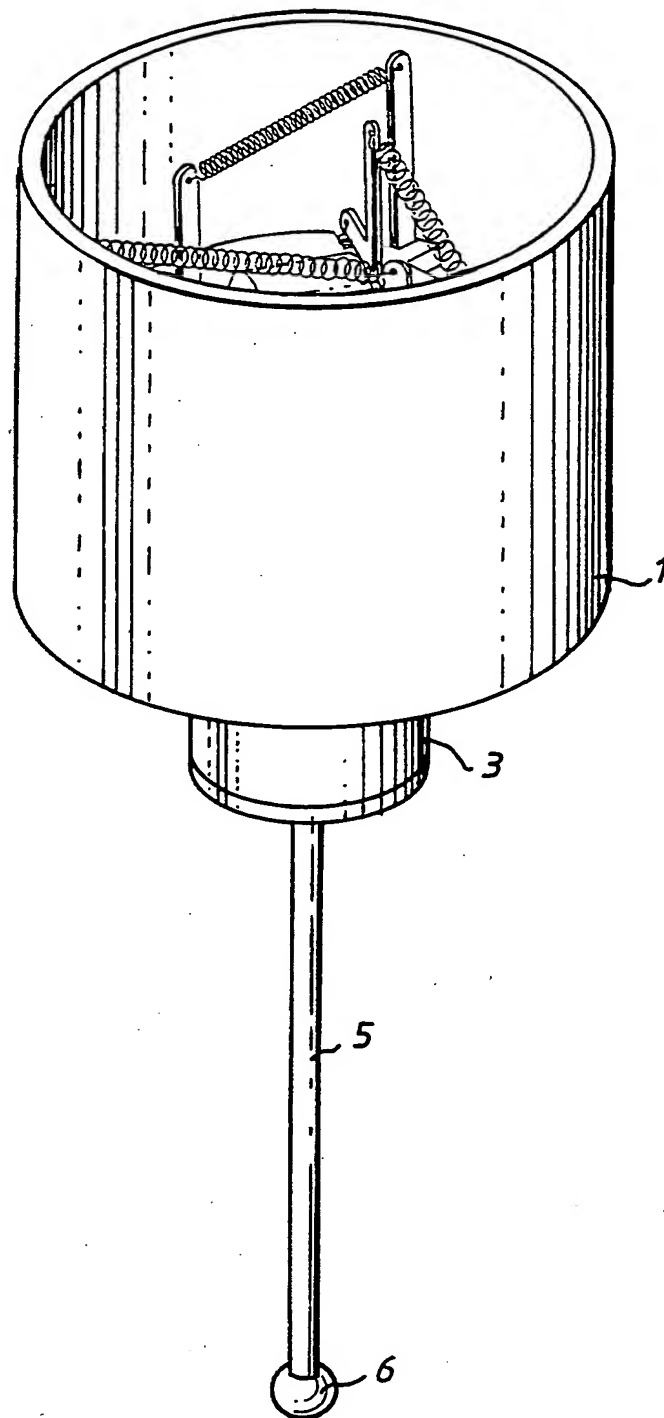


FIG. 1

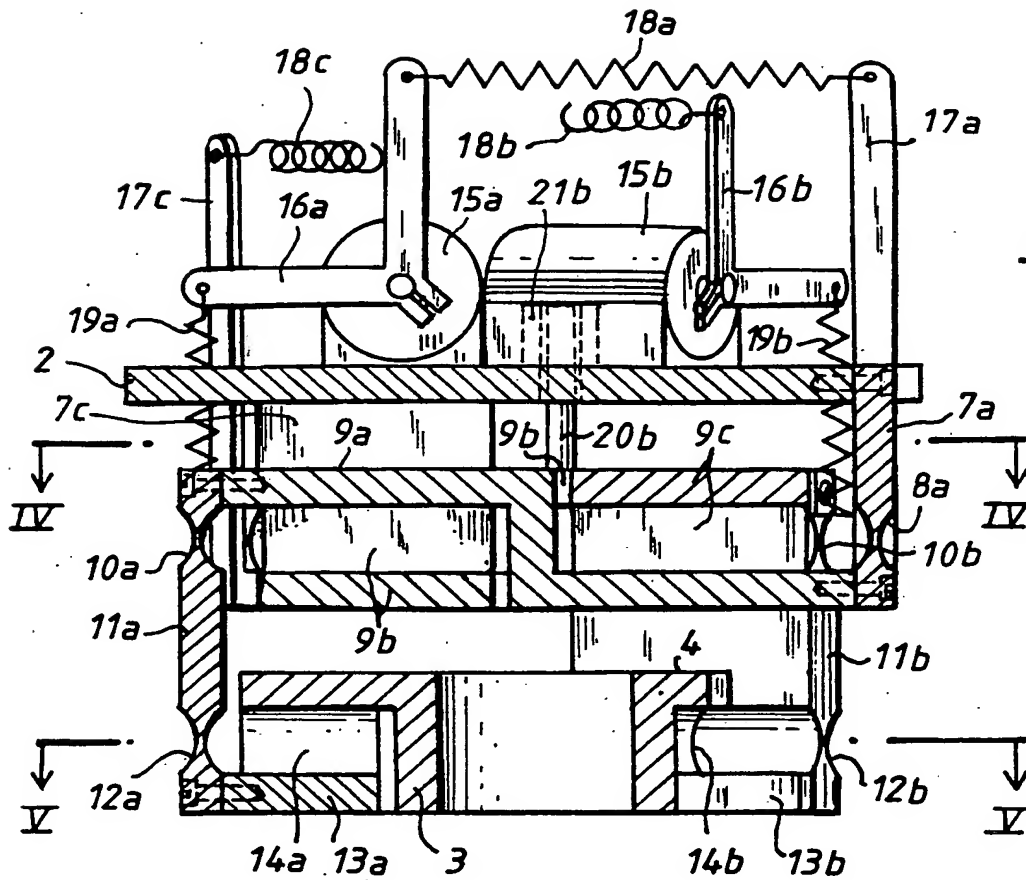


FIG. 3

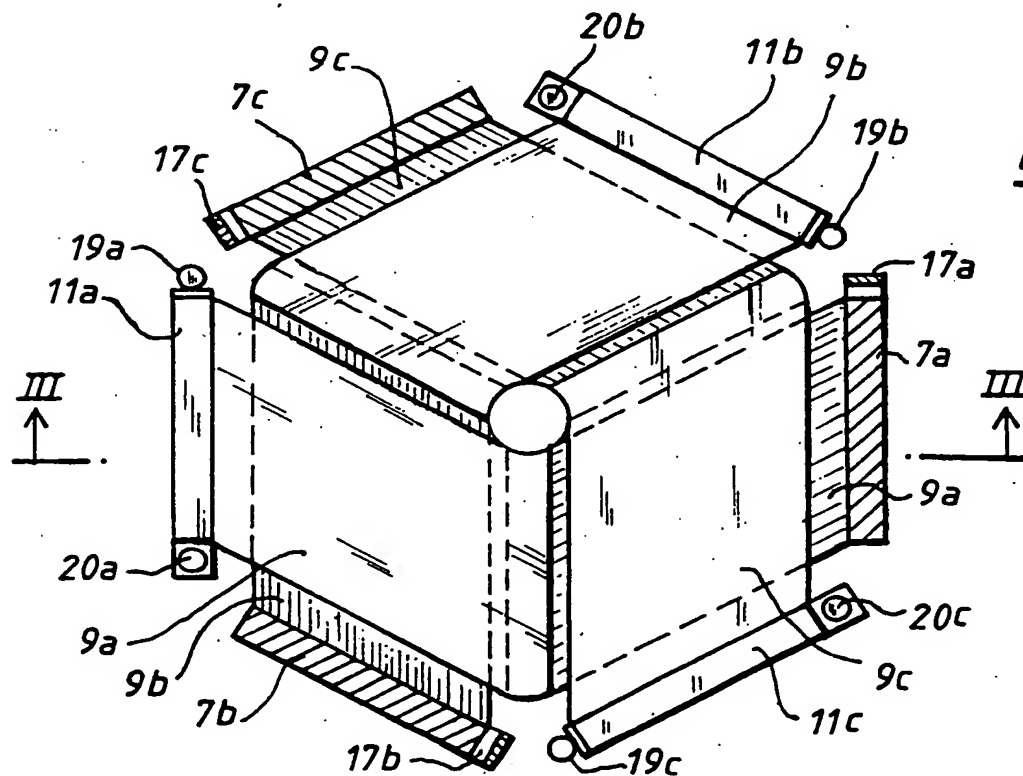


FIG. 4

FIG. 5

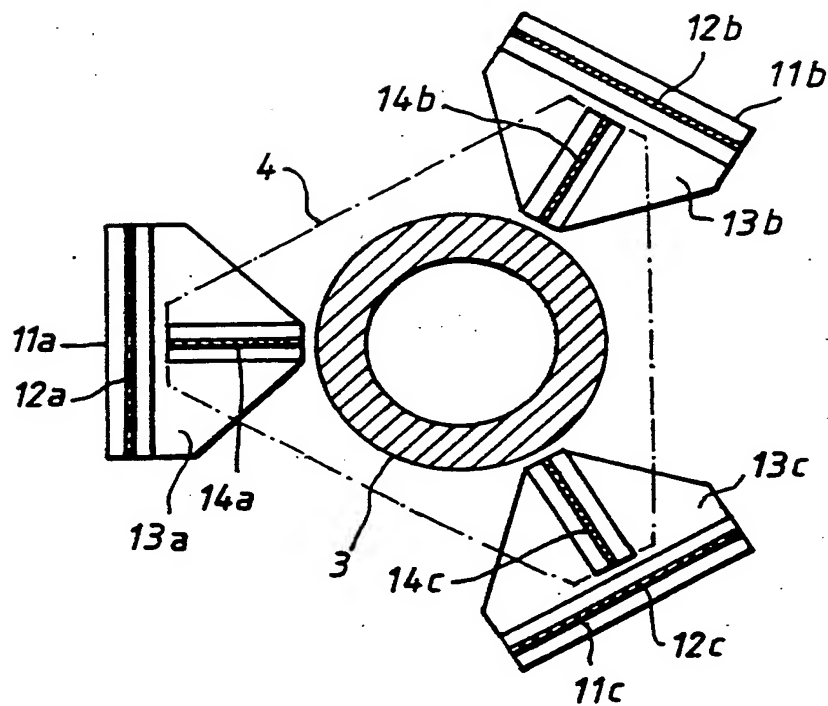
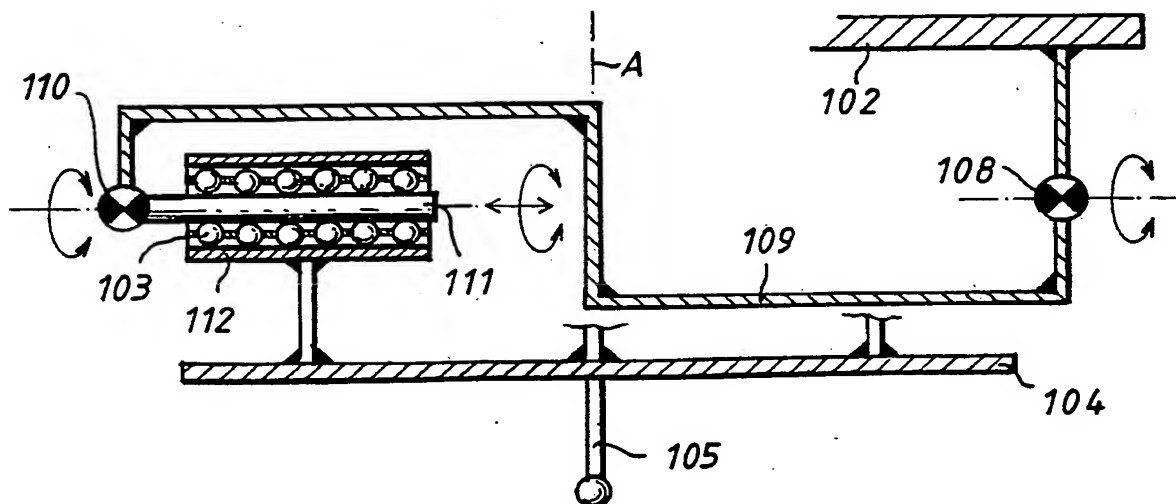


FIG. 6



Sensing head for coordinate measurement device

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19500451
Veröffentlichungsdatum : 1995-07-20
Erfinder : ERTL FRIEDRICH DR [DE]
Anmelder : ZEISS CARL FA [DE]
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19500451
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19951000451 19950110
Prioritätsaktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19951000451 19950110; DE19944401408 19940119
Klassifikationssymbol (IPC) : G01B21/04; G01B5/004; G01D5/04
Klassifikationssymbol (EC) : G01B7/012, G01D5/04, G01D5/20B1
Korrespondierende Patentschriften

Bibliographische Daten

The sensing head has a sensing pin carrier (3,4) deflectable in several degrees of freedom. The deflection is detected by transducers. The carrier is linked to the fixed part of the head via three flexible connecting elements (7-14a,b,c) in series. Each connecting element contains several linkages or guides in series, which are arranged so that the carrier can be displaced in the direction of the central axis (A) of the sensing head and can pivot in two degrees of freedom perpendicularly wrt. the central axis. The connecting elements are arranged symmetrically and at equal angular intervals about the central axis.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - l2

THIS PAGE BLANK (USPTO)